

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-228641

(43)Date of publication of application : 15.08.2000

(51)Int.Cl.

H04B 3/10
H03H 21/00
// H04N 7/015

(21)Application number : 11-365349

(71)Applicant : THOMSON CONSUMER
ELECTRONICS INC

(22)Date of filing : 22.12.1999

(72)Inventor : WANG TIAN JUN
SHIUE DONG-CHANG
D SOUZA ADOLF

(30)Priority

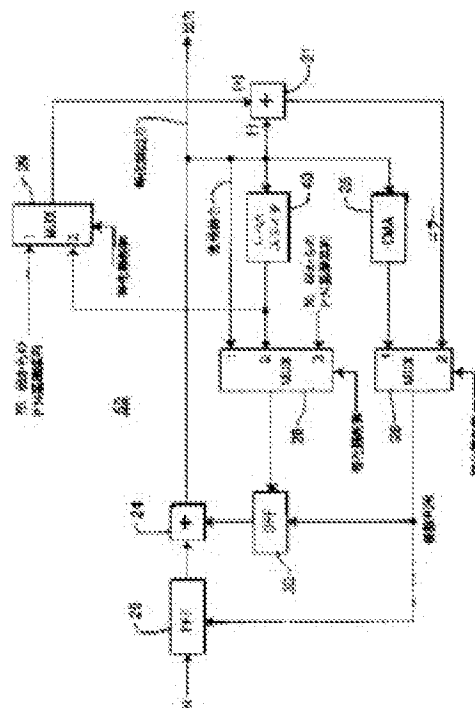
Priority number : 98 218186 Priority date : 22.12.1998 Priority country : US

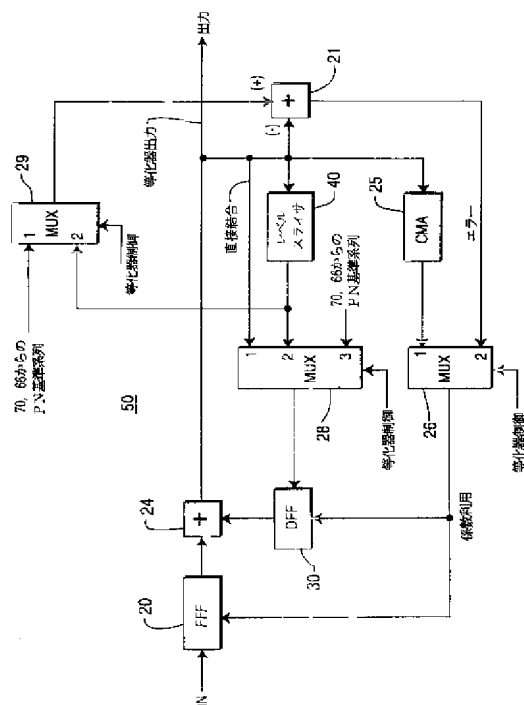
(54) ADAPTIVE CHANNEL EQUALIZER HAVING TRAINING MODE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To achieve further fast equalization by using a received training data component during a prescribed period in a training mode by an equalizer one or more times and circulating received data through the equalizer.

SOLUTION: An input signal is given to a feedforward filter (FFF) 20. The coefficient value (tap weight) of the FFF 20 is adaptively controlled by a coefficient control signal from a multiplexer 26. An equalized signal from the FFF 20 is connected to an equalized signal from a decision feedback filter (DFF) 30 by an adder 24. The coefficient value (tap weight) of the DFF 30 is also controlled by the coefficient control signal from the multiplexer 26 so that inter-symbol interference that is not eliminated by the FFF 20 can be eliminated. And, a received training data component is used one or more times during a prescribed period in a training mode by an equalizer 50 and received data is made to be circulated through the equalizer 50.





【特許請求の範囲】

【請求項1】 復調された信号を生成するデータストリームに応答する復調器と、

前記復調された信号に応答し、前記トレーニングデータ成分に応答するトレーニングモードを含む複数の動作モードを有する適応チャネル等化器とを有し、伝送チャネルから受信された、循環するトレーニングデータ成分を含むデータストリームを処理するシステムであって、受信されたトレーニングデータ成分は、前記トレーニングモードの所定の期間に前記等化器により1回以上使用されるシステム。

【請求項2】 前記データストリームは、循環するトレーニングデータ成分とVSBシンボル配置により表される高精細ビデオデータを有する受信された残留側波帯(VSB)変調信号を含み、前記データは、複数のデータセグメントに先行するフィールド同期成分を有する連続したデータフレームにより構成されるデータフレーム形式を有する請求項1記載のシステム。

【請求項3】 前記受信されたトレーニングデータ成分は、最初に検出されたフィールド同期成分に続く最初のデータフィールドの間、再利用される請求項2記載のシステム。

【請求項4】 前記再利用されたトレーニングデータ要素は、前記最初に検出されたフィールド同期成分に含まれる請求項3記載のシステム。

【請求項5】 前記再利用されたトレーニングデータ成分は、すべての前記受信されたトレーニングデータ以下で構成される請求項3記載のシステム。

【請求項6】 前記トレーニングデータは、複数の擬似ランダム番号(PN)系列により構成され、前記再利用されたトレーニングデータは、全ての前記擬似PN系列以下で構成される請求項3記載のシステム。

【請求項7】 前記複数のPN系列は、あるデータフィールドから次のデータフィールドへ反転した反転PN系列を有し、前記再利用されたトレーニングデータは、前記反転PN系列を含まない全ての前記PN系列以下で構成される請求項6記載のシステム。

【請求項8】 前記再利用されたトレーニングデータは、最初の2つの前記PN系列により構成される請求項7記載のシステム。

【請求項9】 前記トレーニングデータは、最初のPN系列と後続する3つの比較的短いPN系列を有し、前記再利用されたトレーニングデータは、最初の2つの前記PN系列により構成される請求項6記載のシステム。

【請求項10】 前記所定の間隔は、フィールド同期期間と、データフィールドの1つのデータセグメント期間以上を含む、請求項2記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高精細テレビジョン情報を有する信号の適応チャネル等化に関する。

【0002】

【従来の技術】シンボル形式のデジタル情報信号を運ぶ変調信号の再生には、受信機で通常、シンボル同期のためのタイミング再生、キャリア再生(周波数変調からベースバンド)、チャネル等化の3つの機能が必要である。タイミング再生は、受信クロック(タイムベース)が伝送クロックに同期される処理である。これにより、受信シンボル値の判定処理に関連したスライスエラーの可能性を減らす時間の最適点でサンプリングできる。キャリア再生は、変調ベースバンド信号の再生を行うために、受信RF信号が、低い中間周波数通過帯域(近ベースバンド)に下方変換後、ベースバンドに周波数シフトされる処理である。

【0003】多くのデジタルデータ通信システムは、チャネル状態の変化や信号伝送チャネルの妨害をの効果を補償するために、適応等化を採用する。等化処理は、伝送チャネルの伝達関数を推定する。そして、伝達関数の逆数を受信信号に適用し、歪効果を減少又は、除去する。チャネル等化は、典型的には、受信信号の振幅及び、位相から、伝送チャネルの周波数に依存する時変応答による歪を除去するフィルタを採用する。例えば、それにより、シンボル判定能力が改善される。等化は、伝送チャネルの低域通過フィルタ効果を含む伝送チャネルの妨害により起きたベースバンドシンボル間妨害(ISI)を除去する。ISIは、所定のシンボル値に先行又はその後に続くシンボルで、所定のシンボル値が歪まされる。そして、所定の範囲のシンボル位置に関して進んだ及び、遅れたシンボルを含むISIにより、“ゴースト”があらわれる。

【0004】適応等化器は本質的に、適応デジタルフィルタである。適応等化器を使用するシステムでは、チャネル歪を適当に補償するために、フィルタ応答を適応させる方法が必要である。フィルタ係数とそれによるフィルタ応答を適応させる幾つかのアルゴリズムがある。広く使用されている1つの方法は、最小2乗平均(LMS)アルゴリズムである。このアルゴリズムでは、エラー信号の関数として係数値を変えることで係数値を変え、等化器出力は参照データ系列を近似するようにされる。このエラー信号は、参照データ系列から等化器出力信号を引くことにより形成される。エラー信号がゼロに近づくとき、等化器は収束し、それにより、等化器出力信号と参照データ系列はほぼ等しくなる。

【0005】等化器の動作が開始する時は、係数値(フィルタタップ重み)はチャネル歪を適切に補償する値ではない。等化器係数の初期的な収束を行うために、既知の“トレーニング”信号が参照信号として使用される。

例えば、擬似ランダム番号(PN)系列のトレーニング信号は、テレビジョン受信機や電話モデム等の通信装置で広く使用されている。伝送システムで既知のPN系列トレーニング信号を使用する主な利点は、エラーが正確に得られ、等化器は、データの送受信中又は、前に伝送チャンネルの等化をトレーニングできることである。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】トレーニング信号は、送受信機の両方でプログラムされる。エラー信号は適応等化器の出力から、局部的に発生したトレーニング信号の受信機のコピーを引くことにより受信機で形成される。トレーニング信号は、初期的にふさがれた受信信号の”アイ”特性を開くのに役立つ。トレーニング信号の適用後、”アイ”は、かなり開き、等化器は、判定に向けられた動作モードに切り替わる。トレーニング信号でなく、等化器の出力からのシンボルの実際の値を使用して、フィルタタップ重みの最終収束が行われる。判定に向けられた等化器モードは、時変チャンネル歪を、周期的に伝送されるトレーニング信号を使用する方法よりも速く追跡及び、キャンセルできる。判定に向けられた等化器に信頼性ある収束と、安定な係数値を供給するために、判定の約90%は訂正されねばならない。トレーニング信号は、等化器がこの90%補正決定値を達成する。

【0007】あるシステムでは、”ブラインド”等化が等化器の係数値の初期収束に使用され、アイを開口させるのに使用される。ブラインドモードでは、フィルタ係数は、知られた関数又は、アルゴリズムを用いて計算されるエラー信号に応じて粗く調整される。最も多く使用される等アルゴリズムは、定絶対値アルゴリズム(Constant Modulus Algorithm, CMA)及び、減少配置アルゴリズム(Reduced Constellation Algorithm, RCA)である。これらのアルゴリズムは、例えば、Proakisによる”デジタル通信”マグローヒル、ニューヨーク、1989年及び、Godardによる、”2次元データ通信システムでの自己回復等化及び、キャリアトラッキング”IEEE通信トランザクション、1980年11月、で述べられている。CMAは判定時点で、検出されたデータシンボルの絶対値は、異なる直径の幾つかの(配置)円の1つを定義する中心点に依存せねばならない。RCAは、主な伝送配置無いで”超配置”を構成することに依存する。データ信号は、最初に超配置に合うようにされ、超配置は全体の配置を含むように副分割される。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の原理に従って、等化器を通して受信データを循環させることにより更に速い等化が達成される。VSB変調信号を処理する高精度テレビジョン受信機では、フィールド同期間隔の間の

データフィールド間隔内で、トレーニングデータは何回か循環される。

【0009】

【発明の実施の形態】図1のテレビジョン受信機では、変調されたアナログHDTV入力信号は、例えば、RF同調回路を有する入力ネットワーク14、中間周波数通過帯域出力信号を生成する2重変換チューナ、及び、適切なゲイン制御回路で処理される。受信信号は、米国のグランドアライアンスHDTVシステムで仕様提案された8-VSB変調信号である。VSB信号は、維持減及び、データシンボルは位置で表され、ここで、1軸のみが、受信機で再生されるべき量子化データを有する。図の簡単のために、ブロック図にはクロック信号は示されていない。

【0010】1994年4月14日のグランドアライアンスHDTVシステム仕様で記載されているように、VSB伝送システムは、図2位示すデータフレームフォーマットで規定されたデータを伝送する。抑圧キャリア周波数での小パイロット信号が、VSB受信機でのキャリアロックを達成するのを助けるために、伝送信号に付加される。図2を参照し、各データフレームは、各フィールドが832多値シンボルの313セグメントを有する2つのフィールドを有する。データセグメントは、MP EG互換データパケットを含む。各データセグメントは、4シンボルセグメント同期信号に続く828データシンボルを有する。各フィールドのセグメントは、4シンボルセグメント同期信号に続き、所定の511シンボルの擬似ランダム番号(PN)系列と3つの所定の63シンボルのPN系列が続き、真中の系列は、連続するフィールドで反転されている。VSB制御信号(VSBシンボル配置サイズを画定する)は、最後の63PN系列に続き、これに予約シンボルと前のフィールドからコピーされた12プリコードシンボルが続く。

【0011】図1のチューナ14からの通過帯域出力信号は、VSB復調器及び、ネットワーク18によりベースバンドに変換される。この例では、ネットワーク18は、グランドアライアンスHDTVシステム仕様、及び、W. Bretl他の”グランドアライアンスデジタルテレビジョン受信機のためのVSBモデムサブシステム設計”、IEEE民生電子、1995年8月に記載されている。キャリア再生は、放送VSB信号に含まれる小信号パイロット信号成分を使用する周波数及び、位相ロックループにより行われる。ネットワーク18からの出力ベースバンド信号は、実軸に沿った再生されたIチャネルデータシンボルのみを有する。ネットワーク18からの復調されたシンボル情報は、アナログデジタル変換機19により、デジタルデータストリームに変換される。データセグメント同期再生及び、シンボルクロック(タイミング)再生は、前述のグランドアライアンスHDTVシステム仕様、及び、W. Bretl他の

文献で記載されたネットワークを含む、装置15により行われる。セグメント同期信号検出出力は、セグメント同期信号タイミング再生が行われたときに生成される。再生されたセグメント同期信号は、アナログデジタル変換器19でデータストリームシンボルのサンプリングの制御に使用される、適切に位相制御されたシンボルクロックを再生するのに使用される。

【0012】アナログデジタル変換器19の出力は、フィールド同期信号検出器17に与えられる。グランドアライアンスHDTVシステム仕様、及び、W. Bretl 他文献では、フィールド同期信号検出を提供するのに好適なネットワークも記載されている。フィールド同期信号検出器17は、フィールド同期信号成分が検出されたときに、フィールド同期信号検出出力信号をマイクロプロセッサ66に供給する。装置19からのデジタルデータは、図4と5で説明される本発明に従ったトレーニングデータ再利用ネットワーク35で処理される。ネットワーク35からの出力信号は、図6で詳細が説明される適応等化器ネットワーク50に与えられる。ネットワーク50からの等化されたベースバンド出力信号は、装置60で復号され、出力ネットワーク64により処理される。復号器60は、例えば、上述のBretl 他文献に記載されているトレリス復号、データデインターリーブ、リードソロモン誤り訂正及び、オーディオ/ビデオ復号ネットワークを有する。出力プロセッサ64はオーディオ/ビデオプロセッサとオーディオ/ビデオ再生装置を有する。装置15と17の中のセグメント同期信号とフィールド同期信号検出回路は、受信信号のこれらの同期信号成分が検出されたときに、出力セグメント同期信号検出及び、フィールド同期信号検出信号を制御信号発生器66（マイクロプロセッサを含む）へ供給する。マイクロプロセッサ66は、これらの信号に応答し、後に示すように、出力等化器制御信号と出力参照PN（擬似ランダム番号系列）を等化器50へ供給する。PNトレーニング信号系列はグランドアライアンスHDTVシステム仕様に規定されているように、バイナリデータの固定繰返しパターンであり、メモリ70から制御信号発生器66により取得される予めプログラムされた基準信号である。蓄積されたPN信号のデータパターンは既知なので、フィールド同期信号期間で、蓄積されたPN信号と受信データストリームのPNトレーニング信号成分の間の差を得ることにより正確なエラーが発生できる。等化器制御信号は、後述するようにブラインド、トレーニング及び、判定に向けられた動作モードで、マルチプレクサ26、28及び、29の切り換えを制御する。

【0013】トレーニング信号再利用ブロック35は、等化器50を通してトレーニング信号データを再利用することにより、高速な等化を行う。伝送チャネル状態が典型的には、VSBデータフレームの2つの連続したフ

ィールドの間で変化が少しか又は、無いということが決定される。このように、本発明の原理に従って、一旦、フィールド同期信号が検出され、伝送されたPNトレーニング信号が受信したデータストリームから得られると、受信されたトレーニングデータ保存され、等化器係数を更新するために何回も再利用される。多くの場合は、この再利用で、トレーニング信号により、最初に検出された同期信号の最初のフィールド中に、シンボルデータストリームの”アイ”特性が開く。完全な等化は続く判定に向けられたモードで行われる。

【0014】図4は、トレーニング信号再利用ネットワーク35の詳細を示す。装置17からの”I”シンボルデータストリームは、マルチプレクサ410と420のそれぞれの入力に与えられる。等化されるべき出力データはmux410の出力から等化器50へ送られる。mux420からの出力データ、入力データストリームから抜き出されたトレーニングデータは、バッファメモリ430に蓄積される。バッファ430はRAM又は、FIFOで良く、また、この例は578シンボルのトレーニングデータ蓄積容量を有する。しかし、蓄積容量は特定のシステムの仕様に依拠して合わせる事が可能である。メモリ430の出力は、mux410の第2信号入力に与えられ、mux420の第2信号入力にフィードバックされる。mux410の切り換え制御は、図1の制御信号発生器66で生成された再利用信号により行われ、mux420の切り換え制御は、御信号発生器66で生成された保存信号により行われる。図5は、再利用及び、保存信号を示す。

【0015】図4と5を考慮すると、フィールド同期信号検出器17（図1）は、各検出されたフィールド同期信号に対し、繰返しフィールド同期信号検出信号を生成する。電源の再投入等のリセット状態の後、最初のフィールド同期信号が検出されると、制御信号発生器66は、578シンボル継続する保存信号を発生する。この信号は、フィールド同期信号検出信号でトリガされ、入力データストリームのトレーニング信号データを、メモリ430に書きこむ命令である。特に、この例では、mux420は、mux420の信号入力に与えられるデータストリームフィールド同期信号成分に現れる最初の578シンボルサンプルを通過させる。これらの578シンボルは、図3で示される、トレーニングシンボルデータの部分を構成する。4シンボルセグメント同期信号、長い511シンボルPN系列及び、短い63PNシンボル系列は補足され、メモリ430に保存される。真中の63PNシンボル系列は、データフィールド同期信号成分毎に反転される。ハードウェアの複雑さを軽減するために、この例では最初の63PNシンボル系列のみを使用しているが、他のシステムで、長い511シンボル部分と共に、全ての3つの63PNシンボル系列を使うことができる。

【0016】トレーニングデータがメモリに書きこまれている間、入力データストリーム中のトレーニングデータは、 $\text{mux}410$ を等化器50に通過する。保存信号の最後に、好ましくは578シンボルの整数倍の時間の、制御信号発生器66は再利用信号を発生する。整数倍数(N)は特定のシステムの要求に従って予めプログラムされ、それにより578トレーニングシンボルは、次のフィールド同期信号が現れる前に、所定の回数だけデータフィールド間に繰返される。同時に、再利用信号は(図1の)、トレーニング信号の局所的な基準版を蓄積するトレーニング信号メモリ70に与えられる。この例では、メモリ70は最初の578シンボルを含む信号局部版を蓄積する。この局所基準トレーニング信号は、メモリ70から出力され、受信トレーニング信号を含む等化された出力信号と比較される。再利用信号がある間、メモリ430のトレーニングデータ内容は連続してメモリ430からフリーランで、 $\text{mux}420$ の下側入力を通して、再利用される。同時に、再利用信号が継続する間、トレーニングデータは、繰返しメモリ430から運ばれ、出力 $\text{mux}410$ の下側入力から、等化器50へ送られる。等化器50は、等化された出力信号に含まれる $\text{mux}410$ から受信されたトレーニングデータと、メモリ70からの局所基準トレーニングデータを比較する。

【0017】局所的に発生された等化エラー(収束)信号の所定の許容値により示される充分な等化がなされた場合には、再利用信号の最後で、等化器は、データセグメント期間の間判定に向けられたモードに入る。そうでなければ、トレーニングモードは続き、それにより、上述のトレーニングデータ再利用処理は後続のフィールドで繰返される。

【0018】図6に示す等化器ネットワークでは、復調デジタル入力信号は、伝送チャネル妨害と劣化により引き起こされた、デジタルデータと、シンボル間妨害(ISI)を含む。この入力信号は、例えばシンボルレートで空間が開けられた("T空間が開けられた")等化器として動作する、実(特に複素数)フィードフォワードフィルタ(FFF)20に与えられる。この場合は、デジタルFIRフィルタとして利用される。等化フィルタ20の係数値(タップ重み)は、後述する、マルチプレクサ26からの係数制御信号により、適応的に制御される。フィルタ20からの等化された信号は、等化器として動作する、判定フィードバックフィルタ30からの等化された信号と加算器24で結合される。DF30はFFF20により除去できなかったシンボル間妨害を除去する。等化器フィルタ30の係数値(タップ重み)も、マルチプレクサ26からの係数制御信号(即ち、繰返されたエラー信号)で制御される。DF30で等化される入力信号はマルチプレクサ28から供給される。FFF20とDF30の両方は、ブラインドと

判定に向けられた動作モードの間、係数制御信号に応じて、適応(更新)される。FFF20とDF30の両方は、個々に等化機能を実行するデジタルFIRフィルタである。共に考えると、これらのフィルタは、集合等化器50を表す。復号器60への入力信号を等化する。FFF20は、プリゴースト成分を等化し、DF30は、ポストゴースト成分を等化する。FFF20とDF30は、入力信号が最初に受信されたときから、線形無限インパルス応答(IIR)モードで動作する。FFF20とDF30の両方は、FIR装置であるが、しかし、フィードバック動作は、DF30を、IIR装置のように動作させる。

【0019】加算器24からの出力信号は、等化器50の出力信号である。加算器24の出力は、マルチプレクサ26及び、28、スライサ24、減算的結合器21及び、CMAブラインド適応アルゴリズムを供給する、供給源25を有するネットワークに結合される。等化器50の動作の以下の説明では、最初にトレーニングデータの再利用を行う処理は、簡単のために一時的に無視する。

【0020】後述するように、フィールド同期信号及び、セグメント同期信号成分が検出されたときに、 $\text{mux}26$ は、様々な動作モードで、マイクロプロセッサ66により生成された制御信号に応じて、FFF20とDF30の係数制御入力の2つの信号のいずれかを供給する。 $\text{mux}26$ からのこれらの信号は、等化器出力信号に応答する装置25からの信号と、減算的結合器21の出力からのエラー信号に応答する、CMAブラインド適応アルゴリズムを有する。エラー信号は、スライサ40の入力信号と第3のマルチプレクサ29の出力の間の差を示す。減算的結合器21の出力は、スライスエラー信号か、又は、トレーニングエラー信号のいずれかである。ここで、

スライスエラー=スライサ40の出力 - 等化器出力
トレーニングエラー=PN基準信号 - 等化器出力
である。トレーニングエラー信号を発生するときには、等化器出力は、受信データストリームのPNトレーニング信号成分である。

【0021】 $\text{mux}28$ はマイクロプロセッサ66からの等化器制御信号に応じて、3つの入力信号のいずれかをDF30の信号入力へ供給する。これらの信号は、 $\text{mux}28$ の第1入力(1)への直接結合を介して与えられる等化器50出力信号、 $\text{mux}28$ の第2入力に与えられるスライサ40からの出力信号、及び、 $\text{mux}28$ の第3入力に(3)に与えられるメモリ70及び装置66からの蓄積されたPN基準信号含む。

【0022】マルチプレクサ29の入力は、マイクロプロセッサ66から及び、等化器制御信号に応じて選択される。 $\text{mux}29$ は、フィールド同期信号期間に基準PNトレーニング信号を入力に受信し、他の端子に、スラ

イサ40からの出力信号を受信する。mux29の出力は、エラー信号を生成する等化器50からの出力信号と違う、減算的結合器21に与えられる。エラー信号は、スライサ40と等化器50の出力信号差又は、基準PN信号と受信データストリームのPN信号成分の差のいずれかを表す。動作時に、等化器50は、初期状態、ブラインド動作モード、データに向けられたトレーニングモード、判定に向けられたモード、及び、安定状態等化状態を示す。ブラインドモードは、受信された8-VSB信号の特徴的な8レベル”アイ”パターンが非収束で閉じたアイパターンの時に起こる。トレーニングと判定に向けられた動作モードは、後で、開いた”アイ”パターンが見られたときに起こる。受信されたトレーニング信号成分が検出されるとすぐに使用されるなら、”アイ”パターンは開いている必要は無い。そのような場合には、”アイ”パターンが開いていなくとも、トレーニング信号成分は、検出されるとすぐに使用される。

【0023】復調器18が受信信号にロックしようとしている間、初期状態では、タイミングがロック（タイミング再生）する前、自動ゲイン制御（AGC）、タイミング及び、キャリアに関して、FFF20とDFF30は動作していない状態である。この時に、mux26と28に与えられる等化器制御信号は、FFF20とDFF30の全タップの係数値をリセットし、所定の非ゼロ初期値にリセットされる1つのタップ値を除いて、ゼロ値を保持する。等化器制御信号のこの動作は、フィルタ係数値を固定し、実際に有益な等化処理が開始する前に係数値の望ましくないランダムな変化を防ぐ。代わりに、FFF20とDFF30は、最後に知られた有効な係数値が予めロードされる。この初期状態で、mux26と28は、ゼロ出力を示す。mux29の出力は、このときは”関与しない”状態である。

【0024】CMAアルゴリズムを使用したブラインド等化処理は、次に、粗いタイミングが達成された後に始まる。このブラインドモードは、フィールド同期信号セグメント同期信号間で行われる。これは、受信信号のセグメント同期信号同期成分検出されたときに起こる。キャリアロック及び、AGCロックは存在する。そのときに、セグメント同期信号検出信号は、マイクロプロセッサ66へ送られ、マイクロプロセッサ66は、適切な等化器制御信号を発生する。このブラインド等化処理は、

動作 モード	mux26 からFFF, DFF 係数制御
初期状態	0
ブラインド 等化器	CMA
トレーニング (フィールド 同期期間)	トレーニングエラー
判定	スライスエラー

受信信号のフィールド同期信号成分が検出される前に、CMAアルゴリズムの使用に関係する。特にmux26に与えられる等化器制御信号は、mux26がその入力(1)からFFF20とDFF30の係数制御入力へCMAアルゴリズムを行わせる。そして、mux28に与えられる制御信号は、mux28に等化器出力信号をその入力(1)からDFF30の信号入力へ送らせる。ブラインド等化期間は、mux29の出力は、”関与しない”状態である。

【0025】トレーニングと判定に向けられた等化の処理は、次に、フィールド同期信号成分が検出された後に、タイミングロックが達成されたときに起こる。データに向けられたトレーニングモードは、各データフレームのフィールド同期信号期間で、受信PN信号成分が利用できるときに起こる。フィールド同期信号成分の存在は、PN系列トレーニングモードを開始する。図4と5に関連して説明したように、そのようなときには、フィールド同期信号検出信号は、マイクロプロセッサ66へ送られ、マイクロプロセッサ66は適切な等化器制御信号を生成する。フィールド同期信号期間に、フィールド同期信号検出後に、受信されたPNトレーニング成分が利用でき、基準PN信号がメモリ70から得られる時、mux26、28及び、29にそれぞれ与えられる制御信号は、(a) mux26を介してFFF20とDFF30の係数制御入力に結合されるトレーニングエラー信号、(b) mux28を介してDFF30の信号入力に送られる基準PN信号、及び、(c) mux29を介して減算的結合器21に結合される基準PN信号を発生する。

【0026】スライサに基づいた判定に向けられた等化が行われているときに、各データフレームの非フィールド同期信号間は、mux26、28及び、29にそれぞれ与えられる制御信号は、(a) mux26を介してFFF20とDFF30の係数制御入力に結合されるスライスエラー信号、(b) mux28を介してDFF30の信号入力に送られるスライサ40出力、及び、(c) mux29を介して減算的結合器21に結合されるスライサ40出力を発生する。等化が達成された後の安定状態動作の間は、判定に向けられた動作に対する上述の信号状態が優勢である。

mux28 からDFF 信号入力	mux29 出力
0	-----
等化器出力	-----
基準PN信号	基準PN
スライサ出力	スライサ出力

(非フィールド
同期期間)

トレーニングモードに関連した等化器制御信号は、再利用処理がトレーニング信号再利用信号に応答している間続く。本発明の原理によるトレーニング信号データの再利用は、適応等化の初期フェーズで起こる。適応等化の初期フェーズは、ブラインド等化、トレーニング信号の再利用又は、これらの処理の所定の組合せは、ソフトウェアプログラムの機能として、予想された信号状態の観点から、使用し得る。トレーニング信号の再利用は、最初のフィールド同期信号セグメントが検出されたときに、選択的に行われるか或は行われない。第1のフィールド同期信号セグメント期間に続く、フィールド同期信号期間に続く、データセグメント期間で、データの”アイ”パターンが開いていないときは、ブラインド等化は、繰返し得る。第2のフィールド同期信号が検出された及び、判定に向けられたモードのときトレーニング信号の再利用は、随意に行われることができ、或は行われない。

【0027】再利用又は、繰返し、トレーニング信号データは、所定のシステム及び、予期される信号状態の要求に基づき、所定の整数サイクル、例えば、3-4又は、10-15サイクル、で発生する。等化システムは、ある情報の関数としての2つの再利用系列の間をスイッチするように制御されたマイクロプロセッサである。例えば、16-VSB変調信号の場合には、データフィールド内の2又は、3のみのトレーニングデータの繰返しが、等化器を収束させるのに必要であろう。一方、ロバストの低い8-VSB変調地上放送信号は、10又は、15のトレーニングデータの繰返しが等化器を収束させるのに必要であろう。トレーニングデータの過度の大きな数は、時間がかかり望ましくない。

【0028】収束前にデータセグメント間でトレーニングデータが再利用されている間は、判定に向けられた等化器動作は、不活性である。これは、適切な等化器制御信号をマルチプレクサ26及び、28に供給する発生器66により、(図5)の再利用信号に応じて、行われる。以下で説明されるように、各再利用信号の最後で、等化器は、必要なら判定に向けられたモード又は、ブラインドモードで再び動作できる。所定フィールド(例えば、フィールド同期信号が得られた後の第1フィールド)内で、所定の数のトレーニングデータの繰返し後、等化器が収束しているなら、等化器性能は、決定されるために試験される。これは、次のフィールド例えば、第2フィールドの間、再利用制御信号を停止することにより達成される。そして、判定に向けられたモードに移行する。判定に向けられたモードが、収束が完了していないことを示す大きなスライスエラーを発生するときには、判定に向けられたモードは、次の(第3)フィールド間で停止され、再利用制御信号に応じて、次のデータ

フィールド間に、所定回数のトレーニングデータの繰返しが繰返される。この処理は、スライスエラー信号が、収束が完了したことを示すまで続く。これが発生すると、再利用信号は停止され、判定に向けられたモードが、非フィールド同期信号(データセグメント)間で、動作可能とされる。そして、データに向けられたトレーニングモードが、前述の表に示すように、フィールド同期信号期間で、動作可能とされる。

【0029】幾つかのフィールドに亘って、トレーニングデータを再利用することは、収束を達成するのに必要である。代わりに、例えば、1又は、2フィールドの再利用後に収束が達成されないときは、トレーニングデータを再利用する処理とある所定の強制的な結合して、ブラインド等化モードが使用され得る。本発明は、テレビジョン受信機を例に説明したが、本発明は、例えば、モデムやCOFDMネットワークのような、トレーニング信号又は、等価な信号が使用される場合には、他の通信装置でも使用できる。

【0030】

【発明の効果】本発明により、等化器を通して受信データを循環させることにより更に速い等化が達成される。

【図面の簡単な説明】

【図1】高精細テレビジョン(HDTV)のようなアドバンストテレビジョン受信機の、本発明の原理によるトレーニングモードで動作可能な適応等化システムを有する部分のブロック図を示す図である。

【図2】グランドアライアンスHDTVシステムによるVSB信号のデータフォーマットを示す図である。

【図3】データフィールドのフィールド同期成分のフォーマットを示す図である。

【図4】図1のトレーニング信号再利用ネットワークの詳細を示す図である。

【図5】図4のネットワークを理解するための波形を示す図である。

【図6】図1の適応チャネル等化器の詳細を示す図である。

【符号の説明】

- 14 チューナ
- 15 セグメント同期及び、タイミング再生
- 17 フィールド同期信号検出
- 18 復調及び、チャネル再生
- 19 アナログデジタル変換器
- 35 トレーニングデータ再利用
- 50 等化器
- 60 復号器
- 64 出力プロセッサ
- 66 制御信号発生器
- 70 メモリ

410, 420 マルチプレクサ

20 フィードフォワードフィルタ (FFF)

30 判定フィードバックフィルタ (DFB)

21 減算的結合器

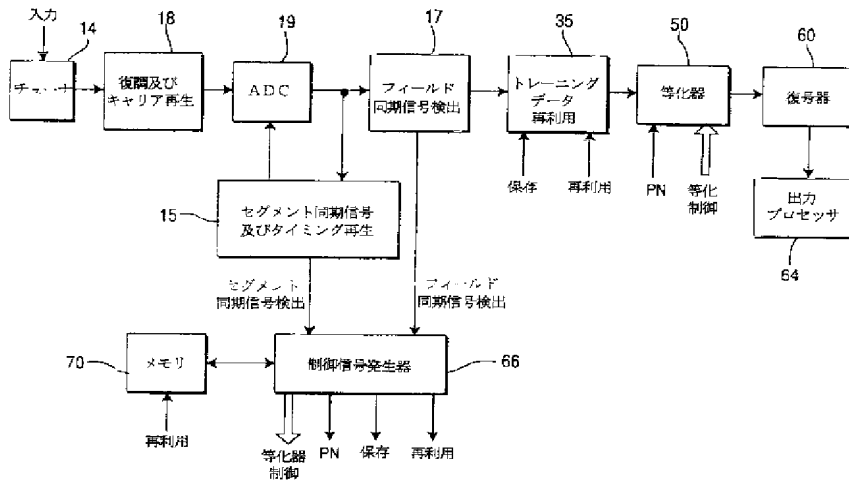
26, 28, 29 マルチプレクサ

24 加算器

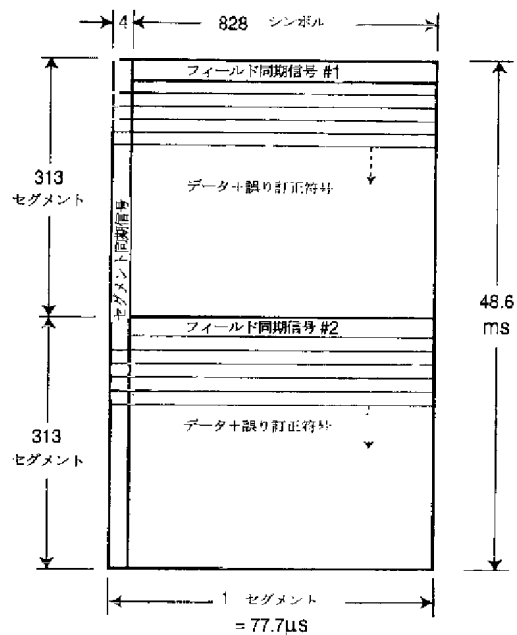
25 CMA

40 レベルスライサ

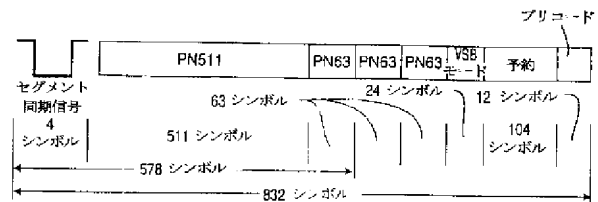
【図1】



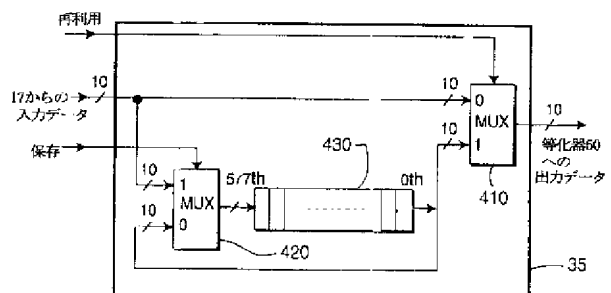
【図2】



【図3】



【図4】



(72)発明者 ティエン ジュン ワン
中華人民共和国 510730 グアンジョウ
ジーイーティーディーディー チョアン
イー・ロード 1 インダストリアル・ビル
ディング 3 エフ (番地なし)

(72) 発明者 ドン・チャン シウー
アメリカ合衆国、インディアナ州 46033
カーメル ブリッジャー・ドライヴ・ノ
ース 3772

(72) 発明者 アドルフ ドソウザ
アメリカ合衆国、インディアナ州 46250
インディアナポリス ウッドセッジ・イ
ースト・ドライヴ 8553 2C号